

## 特集：環境と日常生活

## 海洋汚染と生活

本 仲 純 子

徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部

(平成18年5月31日受付)

(平成18年6月21日受理)

## はじめに

周囲を海に囲まれて暮らす日本人にとって、海は昔から身近な存在である。文化が大陸から海を渡って伝播してきたというだけでなく、生活のあらゆる場面において、われわれの営みは海なしでは考えられない。地球表面の7割を占める海洋の機能をひとことで言うと、物理的、化学的、生物学的メカニズムにより、様々な物質を循環させることであると言える。この機能に障害が起きることは、すべて広義の海洋汚染である。しかし、海についての科学的調査は、まだ始まったばかりというのが、現実である。生命の源と言える海について、その汚染と我々の関わりを考える必要がある。

## 1, 進行する海洋汚染

海洋は、漁業、輸送、資源開発、レジャーの場として利用されている。また、広大な海洋は、これまで、われわれの陸上や海上における活動から生じる諸々の不要物を受け入れてきた。しかし、無限とも見える海洋に、浄化能力を超える汚染負荷が与えられ、一部の海域では海洋汚染の発生を招く結果となっている。海洋汚染の原因を分類すると、陸からの汚染、海底資源探査や沿岸域の開発などによる生態系の破壊や汚染物質の海への流入などによる汚染、投棄による汚染、船舶からの汚染、大気を通しての汚染、タンカー事故や戦争による汚染等に分類される(表1)。近年、特に注目されている海洋汚染としては、都市排水が海洋に流入することで沿岸海域が富栄養化することに起因する汚染、重金属や化学物質などの有害物質が海洋性生物の体内に蓄積され、生態系のみならず人の健康にも影響を与える汚染、海上や海底に廃プラスチック類などごみが散乱することによって引き

起こされる汚染等がある<sup>1)</sup>。

表1 海洋汚染の原因

陸からの汚染	(河川、パイプラインなどを通じて川に流れ込む工場や家庭からの汚染物によるもの)
海底資源探査や沿岸域の開発などによる生態系の破壊、汚染物質の海への流入などによる汚染	
投棄による汚染	(陸上で発生する廃棄物を海洋に投棄することによる汚染)
船舶からの汚染	(船舶の運行に伴って生じる油、有害液体物質、廃物などの排出による汚染)
大気を通しての汚染	(大気汚染物質が雨などとともに海洋に達して生じる汚染など)

タンカー事故や戦争(「湾岸戦争」での大量の油の流出など)

「国連海洋法条約(1982年採択, 1994年発効)による

## 2, 海洋汚染の影響

汚染物質の海洋への流入は、全地球的にみると、陸上起因の汚染が全体の7割と言われている。都市排水などを起因とする汚染源からの栄養塩類が、湾など閉鎖性の高い海域に流入すると、赤潮、青潮の原因となる。赤潮は植物プランクトンのうち渦鞭毛藻が異常発生し赤い海水が現れる現象であり、大量の赤潮藻類が死んで分解するとき酸素を消費し、酸欠状態になって魚類をへい死させる。さらに渦鞭毛藻自身に毒性があると言われ、カキなどに蓄積すると、それを食べた人間が中毒を起こすこともある。赤潮は瀬戸内海だけでも多い年には200件、被害額は70億円にも及ぶといわれる<sup>2)</sup>。平成15年の徳島県における赤潮発生件数は11件である<sup>3)</sup>。赤潮による漁業被害の一例を表2に示す<sup>4)</sup>。

表 2 赤潮による徳島県の漁業被害の一例

赤潮発生期間	発生海域	漁業被害期間・水域	被害内容	被害金額	プランクトン
平成 8 年 7月6日～14日	紀伊水道 (徳島県)	7月8日～22日 鳴門市 阿南市	延縄漁獲物 ハモ 小底漁獲物 マダイ, ハモ, アナゴ 一本釣の漁獲物 マダイ, スズキ, チヌ, アジ 輸送中にへい死 刺網, 小型定置の漁獲物へい死 天然ハモ, アナゴへい死(すべて数量不明)	不 明	<i>Gymnodinium sp.</i>
平成 8 年 8月9日～17日	紀伊水道 (徳島県)	8月17日～19日 椿泊湾	養殖ハマチ(2歳魚)12,170尾へい死	約1500万円	<i>Gymnodinium mikimotoi</i>
平成 9 年 3月1日～20日	紀伊水道 (徳島県)	3月1日～20日 徳島空港沖～ 那賀川町沖	のり, わかめの栄養低下による色落ち	不 明	<i>Rhizosolenia sp.</i>
平成15年 7月12日～16日	播磨灘 (徳島県)	7月12日～16日 鳴門市北灘町 沿岸	養殖魚類 ハマチ(当歳～3年魚)へい死 291,000尾	6億6千万円	<i>Chattonella antiqua</i> (292個/ml)

「瀬戸内海の赤潮」(水産庁瀬戸内海漁業調整事務所)

青潮は富栄養化の結果として海水が青色ないし白濁色を呈する現象である。海水が富栄養化するとプランクトンが大量発生し、この大量のプランクトンが死滅して下層へ沈殿する。底層で生分解される過程で酸素が消費され、貧酸素水塊ができる。青潮は、この貧酸素水塊が強風の際などにおこる湧昇現象によって、海岸近くの水の表層に上昇したものである。しばしば低層の嫌気分解で生じた硫化水素等を含むため、大気中の酸素と反応して青色ないし白濁色を呈する。主として東京湾で発生することが知られており、魚介類の大量死、アサリの死滅等の被害が出たことがある。なお、徳島県における青潮の被害報告はなされていない。

また、海洋に流入した重金属類などの海洋生物体内への取り込みによる生物濃縮の影響も指摘されている。

### 3, 化学物質

化学物質は、人類の生活を豊かにし、また生活の質の維持向上にはかせないものになっている。これら化学物質はさまざまな用途に利用され、有用な性質や特長に着目されて人類社会の向上に貢献している。しかし、その反面、知らない間に環境を汚染し、生態異常を引き起こすような悪影響さえ及ぼしてしまったことは否定できない。農耕地に散布された化学物質は地球上に拡散し、海洋にも流れ込み蓄積されている。今までに合成された人工的な化学物質の種類は、2000年時点で知られている

だけでも約1685万種<sup>5)</sup>とされている。

また、現在、約63,000種のさまざまな化学物質が世界中で使用され、さらに毎年、約1,000種ずつ、新しい化学物質が合成され増加しているとも言われている。これら膨大な種類の化学物質は、毎日、海に流入している。海洋で検出される化学物質の一例を表3に示す。特に汚染原因の中で重要とされるのが、約4,500種の難分解性物質(POPs: Persistent Organic Pollutants)と総称される物質である。これらは、各種の残留性農薬やPCB、

表 3 海洋で検出される化学物質

用 途	化学物質名
農 薬	DDT(DDT, DDE, DDD), BHCs( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -, $\delta$ -), ディルドリン, アルドリン, エンドリン, クロルデン, ダイオキシン, ノナクロル, 2,4-D, 2,4,5-T, BHT, フルオレン
溶 剤	トリクロロエチレン, ジメチルナフタレン
絶縁材など	PCB, コブラナー PCB
塗料(防腐剤)	TBT, TPT
梱包材など	発泡スチロール, 塩化ビニル
油 類	原油, ビルジ水
重金属	水銀, 鉛, カドミウム, セレン, ヒ素
その他	ジイソプロピルナフタレン, アセナフチレン, アセナフテン, シクロヘキシルアミン, ジフェ ニルメタン, トリクロロベンゼン, フタル酸ジ 2-エチルヘキシル, ヘプタクロルエポキシド, ペンタクロロベンゼン

ダイオキシンなどの有機塩素系物質が中心になっている。

POPs は分解しにくく、海洋生物を含むすべての生物の組織に蓄積する性質を持っている。ホルモンの作用を混乱させるために、生殖機能に問題を起こし、ガンを誘発させ、免疫システムを抑制し、子供の発育にも影響をもたらす。

POPs には、DDT やディルドリンなどの農薬や、ダイオキシン、PCBs (ポリ塩化ビフェニル) などが含まれる。これらの化学物質はホッキョクグマの繁殖機能にまで障害を与えていると考えられている。

#### 4, 重金属汚染

重金属のうち、鉄、銅、マンガン、モリブデン、スズなどは生物の生命維持に欠かせない必須のものとみられている。しかし過剰に摂取すれば毒性があらわれる。金属の化合物で特に生体への毒性がよく知られているものは水銀、カドミウム、鉛、クロムなどである。これらの金属は環境に放出されたとき、有機物のように分解されることがなく、また生体内において化学変化を受けて形を変えても、消失することもない。わが国でも、かつて神通川流域のカドミウム汚染（イタイイタイ病）や水俣市のメチル水銀汚染（水俣病）で深刻な公害病を経験した。その後、これらの排出は厳しく規制され、海水中の存在量は減少してきているが、過去に排出された重金属は、まだ底質中に残っているため、海水中に再溶解し、生物濃縮などの問題を引き起こす。しかし、このような泥質中重金属の行方に関する研究は、まだ十分には進んでいないのが現状である。内閣府食品安全委員会事務局は魚介類に含まれるメチル水銀に係る食品健康影響評価を行い、平成17年11月に厚生労働省の食品安全情報で緊急情報として「妊婦への魚介類の摂取と水銀に関する注意事項の見直しについて」が報告された<sup>6)</sup>。妊婦が注意すべき魚介類の種類とその摂取量の目安を表4に示す。メチル水銀のハイリスクグループは胎児であり、耐容習慣摂取量は2.0μg/kg 体重/週、耐容摂取量の対象者は妊娠している人もしくは妊娠している可能性のある人という結論を示した。

#### 5, 有機スズ化合物による汚染

船底に貝が付着すると、航海中にも船底で急激に生育し、船の速度が落ちる上に、それらを削ぎ落とす作業は

表4 妊婦が注意すべき魚介類の種類とその摂取量(筋肉)の目安

摂取量(筋肉)の目安	魚介類
1回約80g として妊婦は2ヵ月に1回まで (1週間当たり10g 程度)	バンドウイルカ
1回約80g として妊婦は2週間に1回まで (1週間当たり40g 程度)	コビレゴンドウ
1回約80g として妊婦は週に1回まで (1週間当たり80g 程度)	キンメダイ メカジキ クロマグロ メバチ(メバチマグロ) エッチュウバイガイ ツチクジラ マッコウクジラ
1回約80g として妊婦は週に2回まで (1週間当たり160g 程度)	キダイ マカジキ ユメカサゴ ミナミマグロ ヨシキリザメ イシイルカ

(参考1) マグロの中でも、キハダ、ビンナガ、メジマグロ(クロマグロの幼魚)、ツナ缶は通常の摂食で差し支えありませんので、バランス良く摂食して下さい。

(参考2) 魚介類の消費形態ごとの一般的な重量は次のとおりです。  
寿司、刺身一貫又は一切れ当たり15g 程度  
刺身一人前当たり80g 程度  
切り身一切れ当たり80g 程度

- 厚生労働省 -

困難をきわめる。中でもフジツボは石灰質の殻を持つ固着動物で、自由遊泳性のノープリウス幼生として孵化する。これが船底に付着すると、航海に支障を生じるため、付着を防ぐためのさまざまな工夫がなされた。その結果、登場したのがトリブチルズズやトリフェニルスズなどの有機スズ化合物である。これら化合物は貝類の付着防止に大変有効であったために、1960年頃から船舶塗料に含有させて使用しはじめた。しかし、次第に海洋生物への毒性<sup>7)</sup>が明らかになって来たために使用禁止になった。汚染のひどい場所では、生物種の減少や海産巻貝種の雌の雄化現象が出現している<sup>8,9)</sup>。トリブチルスズが内分泌攪乱作用を示すとされる水中濃度については、雌イボニシにインボセックスのみられた0.001μg/L<sup>10)</sup>、クモヒトデ類の腕の再生阻害がみられた0.1μg/L<sup>11)</sup>、エビ類の尾節の再生と脱皮に遅延がみられた0.1μg/L<sup>12)</sup>、雌ヨーロッパチヂミボラのインボセックスがみられた0.5μg/L<sup>13)</sup>、シオマネキ類の再生鋏及び再生脚の奇形が増加した0.5μg/L<sup>14)</sup>、シロボヤ幼虫の発生阻害がみられた326μg/L<sup>15)</sup>等の報告がある。

有機スズ含有防汚塗料の使用を認められている外国籍

の大型船舶（船長25m以上）あるいは近隣諸国で有機スズ塗料を塗装してくると報道されている一部の国内船舶などにより、一定の有機スズ汚染が、現在でも継続的にもたらされている。

## 6、重油流出事故の影響

1997年1月2日未明、大しけの日本海において、暖房用C重油約9,000klを積んで上海からペトロパブロフスクへ航行中のロシア船籍タンカー「ナホトカ」号に破断事故<sup>16)</sup>が発生した。船体は水深約500mの海底に沈没したが、船体から分離した船首部分は強い北西季節風にあおられて数日間南東方向へ漂流し、対馬海流の福井県三国町安島沖に座礁した。積み荷の重油約240klが海上に流出、海底に沈んだ船体の油タンクに残る重油約2,500klの一部はその後漏出を続けている。海上に流出した重油は福井県をはじめ、日本海沿岸の8府県におよぶ海岸に漂着し、環境および人間活動に大きな打撃を与えた。

国際社会がはじめて取り組んだ環境問題は「船舶からの海洋汚染」問題である。船舶から排出される油を含んだバラスト水やタンククリーニング水は海洋を汚染していたために、国際的に汚染措置が取られ、全体的には減少傾向にある。しかし、大型タンカーの座礁や衝突、原油タンクのバルブ操作ミスなど、大規模な原油流出事故が世界中で起こっており、生態系をはじめ環境への影響が懸念されている。スペインのガリシア沿岸で沈没した石油タンカー流出油による鳥類の被害も報告されている。重油が海上に流出すると広範囲に拡散し、海面を覆うために海底が酸欠状態になったり、直接重油にまみれて生物を死滅させたりする。重油の大半は風や波によって海岸に運ばれる。原油には揮発性物質が多く含有されている。これらが蒸発した後はオイルボールと呼ばれるタール状物質が生成して、海底に沈んだり海岸に打ち寄せて、深刻な環境汚染をひき起こしている<sup>17)</sup>。

## 7、廃棄物投棄による汚染

プラスチックや有害廃棄物投棄による海洋汚染も深刻である。平成16年度に海上保安庁が調査した全国漂着ゴミ分類を表5に示す。

海洋に投棄されたごみが、毎年100万羽以上の海鳥と10万頭にのぼる哺乳動物やウミガメの命を奪っている。死んだアシカ、イルカ、ウミガメなどの胃の中から、ビ

表5 平成16年全国漂着ゴミ分類

ペットボトル、缶、瓶等	15%
発泡スチロール破片	14%
硬質プラスチック	13%
タバコ吸殻・フィルター	12%
プラスチックシートや袋の破片	8%
その他	38%

（海上保安庁）

ニール袋、プラスチック製のボトルキャップ、発泡スチロールでできたコーヒークップが検出されており、またフルマカモメの胃に平均して30個のプラスチックが入っていた事も報告されている。海中では大きなプラスチックはクラゲやイカのように見え、小さな破片は魚の卵に見える。アホウドリが、プラスチック製のボトルキャップやライター、夜釣り用のプラスチック製発光器具などを、ひな鳥にエサとして与えるのが観察された。海中に存在するプラスチックの約20%は、船舶や海上プラットフォームから投棄されたもので、残りは風や水によって陸上から運ばれたものである。海洋動物がプラスチックを食べたり、プラスチック製品を体からまかせて死ぬだけでなく、生息環境そのものがプラスチックによって悪化し、破壊される。

また、ペレット状のプラスチック表面は、DDTやPCB（ポリ塩化ビフェニール）などを吸着しやすいため、これら吸着された有毒物質の濃度は水中に比べて100万倍も高くなっている。さらに、プラスチック自体からビスフェノールAのような内分泌攪乱物質が溶け出す危険性もある。プラスチックの大半は生分解されず、除去しないかぎりは海中にとどまり、小さく砕けていく。海中に存在するプラスチックの量が1960年代以降、3倍以上に増加し、海洋の食物連鎖の要となるプランクトンの体内にも微細なプラスチック破片の存在が確認されるようになってきた。

1980年、1983年、1995年に「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律」の改正、1995年に「環境基本法」の制定など国内法整備を行い、ロンドン条約、MARPOL 73/78条約、OPRC条約等の各種国際条約にも加入して海洋汚染防止対策の強化をはかっている。しかし環境省の海洋汚染対策のための年間予算はわずか2億円程度であるため、広く民間・市民の協力が必要である。

海洋は最終的にあらゆる物質が流れ込み、蓄積していく場所である。今後、さらに緻密な海洋モニタリングの実施と、海洋保全の共通理念の構築が必要である。

## 文 献

- 1) 地球環境研究会 編：地球環境キーワード辞典 四  
呈版，中央法規，東京，88 97，2003
- 2) 西村雅吉：環境化学，裳華房，東京，37 38，2001
- 3) 徳島県編：平成16（2004）年度徳島県環境白書，徳  
島県県民環境部環境局環境企画課，徳島，85，2005
- 4) 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所：瀬戸内海の赤潮，  
赤潮による漁業被害一覧（平成8年～平成15年）
- 5) 吉村忠与志 西宮辰明 本間善夫 村林眞行：グリーン・  
ケミストリー，三共出版，東京，3，2001
- 6) 内閣府食品安全委員会：食品安全委員会における食品  
健康影響評価結果評価書，厚生労働省，東京，2，2005
- 7) 環境省総合環境政策局：トリブチルスズ（TBT）が  
魚類に与える内分泌攪乱の試験結果に関する報告，  
環境省，東京，1 29，2001
- 8) 堀口敏宏：野生生物の内分泌攪乱現象の現状と原因  
物質/貝類「水産環境における内分泌攪乱物質」(川  
合真一郎，小山次郎編)，恒星社厚生閣，東京，54  
72，2000
- 9) Horiguchi, T., Shiraishi, H., Shimizu, M., Morita, M., *et al.*:  
Imposex and organotin compounds in *Thais clavigera*  
and *T. bronni* in Japan. J. Mar. biol. Ass. UK, 74:651  
669, 1994
- 10) Horiguchi, T., Shiraishi, H., Shimizu, M., Morita, M.: Im-  
posex in Japanese gastropods (Neogastropoda and  
Mesogastropoda): Effects of tributyltin and tri-  
phenyltin from antifouling paints. Marine Pollution  
Bulletin, 1: 4 12, 402 405, 1995
- 11) Walsh, G. E., McLaughlin, L. L., Louie, M. K., Deans, C.  
H., *et al.*: Inhibition of arm regeneration by *Ophioderma*  
*brevispina* (Echinodermata, Ophiuroidea) by tribu-  
tyltin oxide and triphenyltin oxide. Ecotoxicology and  
Environmental Safety, 12: 95 100, 1986
- 12) Khan, A., Weis, J. S., Saharig, C. E., Polo, E.: Effect  
of tributyltin on mortality and telson regeneration  
of grass shrimp, *Palaemonetes pugio*. Bull. Environ.  
Contam. Toxicol., 50: 152 157, 1993
- 13) Bryan, G. E., Gibbs, P. E., Burt, G. R.: A comparison  
of the effectiveness of tri n butyltin chloride and  
five other organotin compounds in promoting the de-  
velopment of imposex in the dog whelk, *Nucella*  
*Lapillus*. J. Mar. Biol. Ass. UK., 68: 733 744, 1988
- 14) Weis, J. S., Kim, K.: Tributyltin is a teratoge in pro-  
ducing deformities in limbs of the fiddler crab, *Uca*  
*pugillator*. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 17:583  
587, 1988
- 15) Cima, F., Ballarin, L., Bressa, G., Martinucci, G., *et al.*:  
Toxicity of organotin compounds on embryos of a  
marine invertebrate( *Styrela plicata* ; Tunicata ) Eco-  
toxicology and Environmental Safety, 35: 174 182, 1996
- 16) 福井県編：環境影響調査報告書，福島，1，1999
- 17) 志村隆編：最新・今「地球」が危ない，学習研究社，  
東京，65，2005

## *Marine pollution and life*

*Junko Motonaka*

*Institute of Technology and Science, The University of Tokushima, Tokushima, Japan*

### SUMMARY

The sea is familiar for a long time existence for the Japanese who is enclosed surroundings by the sea and lives. In all scenes of life, not only going of the culture across the sea from the continent and the spread, our managing is not thought without the sea. The function of the ocean is to make various materials circulate by a physical, chemical, biological mechanism. It is all marine pollution occurrences of the trouble to this function. The sea is an essence of life. In this paper, the influence of progressing marine, effect of marine pollution, the chemical compounds, the heavy metal pollution, pollution of the organotin compound, the influences of the oil spill accident, and the ocean disposal of wastes are described.

The ocean is a place that flows finally all materials, and accumulates. An oceanic monitor is executed more exact and it will be necessary to construct a common idea of oceanic conservation in the future.

Key words : marine pollution, chemical substance, heavy metal pollution, organotin compounds, oil spill accident